

том теории нечетких множеств.

1.Порядок проведения конкурсу на перевезення пасажирів на автобусному маршруті загального користування. Затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 29 січня 2003р. №139.

2.Процесс пошел... // АВТОТРОФИ. – 2005. – №4. – С.10-11.

3.Совершено официально // Слобода. – 9 ноября 2004 г. – С. 5-6.

4.Опыт наших соседей // Омнибус. – 2002. – №3(76)

(<http://www.omnibus.ru/N3.2002/page6.html>).

5.Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. – М.: - Финансы и статистика, 2000. – 368 с.

6.Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Экспертные оценки. – М.: Наука, 1973. – 79 с.

7.Дэвид Г. Метод парных сравнений. – М.: Статистика, 1978. – 144 с.

8.Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений. – М.: Патент, 1996. – 271 с.

9.Орлов А.И. Эконометрика. – М.: Экзамен, 2003. – 576 с.

10.Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.

Получено 13.05.2005

УДК 656.11

И.К.ШАША, канд. техн. наук

Национальный университет внутренних дел, г.Харьков

Г.И.ФЕСЕНКО

Украинская инженерно-педагогическая академия, г.Харьков

ЕДИНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Рассматриваются методы оценки безопасности на транспорте. Предлагается схема расчетов и выбор коэффициентов риска. Индикаторные меры риска позволяют непосредственно измерить количественно опасность ситуации или транспортной системы при ее эксплуатации.

Настоящая работа посвящена разработке новых методов оценки безопасности на транспорте без использования статистических и вероятностных схем, принятых в теории надежности систем. Особенностью этого подхода является использование концепции управляемых рисков. Понятие управляемого риска применяется во многих областях науки, в страховании, в теории предотвращения радиационной и химической опасности, в вопросах снижения экологического ущерба.

Имеются определенные достижения в этой области применительно к безопасности полетов в гражданской авиации (программы FORAS, CFIT [1]), в обеспечении безопасности жизнедеятельности при чрезвычайных ситуациях техногенного характера [2] и на морском транспорте в виде метода формализованного анализа безопасности (FSA) [3].

Основное положение состоит в том, что теория надежности и тео-

рия безопасности рассматриваются совершенно независимо и отражают разные направления исследований, поскольку отражают разные свойства транспортных систем. Поэтому эти теории не совпадают по методологии анализа свойств систем, по критериям и по аппарату, имеется лишь общность в использовании математического аппарата и теории логики событий для анализа и структуры опасных ситуаций, из чего следует необходимость разграничения в применении показателей надежности для оценки уровня безопасности автомобильного транспорта.

Новое направление оценки безопасности на транспорте связано с вычислениями значений рисков, определяемых в виде редких маловероятных событий в форме структурированных цепей с некоторым множеством элементарных событий. Такой подход позволяет построить цепи событий для управляемых рисков и обеспечить достаточно четкую схему управления этими рисками.

Методы теории управляемых рисков [5, 6] и методы формализованного анализа безопасности базируются на следующих общих идеях:

- экспертное определение иерархии категорий опасности с количественной оценкой уровня опасности структурированных ситуаций [3];

- оценивание рисков на цепях событий, выделяемых на деревьях отказов или ошибок в принятии решений [4].

Так, в международных стандартах по формализованным методам анализа рисков [3] понятие риска отождествляется с символом „опасность”, а его величина – это в основном „вероятность событий”. Дело в том, что вероятностные показатели таких событий, как „катастрофа” и т.п., чрезвычайно редкие, поэтому значения вероятностей достоверно определить не удастся. Многие транспортные системы с позиций теории надежности, могут считаться высоконадежными: вероятность „отказа за время $[t_0, T]$, почти нуль”, а функция надежности типа $P(t/t_0)$ такова, что при $t \rightarrow \infty$ имеет место $P(t/t_0) \rightarrow 1$. Таким образом, из FSA выпадает основа для вероятностных расчетов, что требует разработки новых подходов.

Представляется целесообразным остановиться дополнительно на вопросах управляемых рисков и структуре процедур по непосредственному измерению опасности. В специальной литературе проблемы применения управляемых рисков на транспорте освещены недостаточно.

Целью настоящей работы является обоснование схемы измерения управляемых рисков на автомобильном транспорте.

Для разработки процедур вычисления меры рисков на автомобильном транспорте с учетом идей формализованного анализа безопасности [3] были использованы некоторые теоретические исследования в области гражданской авиации [1, 4]. Теоретическую основу новых подходов составляет метод прогнозирования аварийных ситуаций с помощью цепей случайных событий [6].

Понятие „управляемый риск” или просто „риск” обозначает в широком смысле некоторую потенциальную опасность с возможными последствиями в виде определенного ущерба или вреда. Управляемость – это возможности некоторого влияния или воздействия на степень опасности.

Существует также определение, что “риск – это вероятность опасности с ущербом” [8]. Это определение восходит к теории надежности и теории игр, которые разработаны 30-40 лет назад. Современное толкование рисков, особенно управляемых, основано на понятиях цепочек событий, например, в страховом деле и в теориях принятия решений [4, 6], а также FSA [3].

Новизна трактовки состоит в отказе от вероятностного понятия риска ввиду того, что риск – это событие или явление редкое, маловероятное, точные измерения вероятностей событий затруднительны из-за недостатка статистических данных. На транспорте, в широком понимании этого термина, возникают задачи, когда необходимо оценивать количественно опасность единичных происшествий. Наиболее характерным при этом является оценка меры „неаварийности” нефтяных платформ или „безопасности” танкерных и паромных перевозок, „безопасности” эксплуатации железнодорожного транспорта, рассмотренные в методе FSA [3]. Перспективным представляется оценивать опасные ситуации при эксплуатации автомобильного парка страны.

По нашему мнению, целесообразно принять новый взгляд на природу опасности при эксплуатации автомобилей и на значение катастроф или аварий, происходящих в жизни людей и в сложных человеко-машинных системах. Необходимо пересмотреть устоявшиеся нормы оценки безопасности в системах и в способах выбора мер по устранению опасности.

Эффективность и безопасность человеко-машинной системы трудно количественно оценить в рамках теорий надежности и вероятности. Достаточно сказать, что теорему о полной вероятности событий практически невозможно применить к анализу процессов в человеко-машинной системе, в которой при рискованных ситуациях малозначимая ошибка человека-оператора может привести к большим ущербам.

В связи с этим предлагаем принять, учитывая международные

стандарты [7], что безопасность на транспорте – это состояние транспортной системы, при котором риск вреда (персоналу) или ущерба не превышает заданных пределов.

Принятое определение приводит к необходимости искать способы вычисления рисков и оценки опасности по схемам, которые не укладываются в рамки теории вероятности. Предлагается рассматривать модели риска, где в качестве меры опасностей некоторых сценариев развития событий используется некоторое число ожидаемых событий типа отказов, определенных на дереве отказов в виде множества заданных инициирующих факторов.

Схема решения задачи. Главный вывод из анализа различных источников [1-6] заключается в том, что риск R – это случайное событие: опасное, нежелательное и с последствиями в виде ущерба H_R . Некоторое событие A считается рискованным, если имеющимися техническими средствами нельзя обеспечить необходимую безопасность [5]. Из этого, например, следует, что определение „риск катастрофы или аварии” – это событие с последствиями, характерными для свойств рискованного события. Здесь, таким образом, размытое определение меры опасности, вложенное в смысл слова „риск”, уже четко преобразовано в строгое понятие события. Мера риска теперь должна определяться иначе в соответствующем пространстве исходов.

Предлагается принять допущение, что риски порождаются системами S , в которых случайное рискованное событие осуществляется как некоторое последнее или завершающее в цепочке событий $L_R = \{qi_0, qi_R\}$, образующих сценарий развития процесса в заданной системе (в транспортной, биржевой, банковской и т.д.).

Системы $S_{Ri} \leftarrow S$, $i = 1, 2$ порождающие риск, являются носителями риска и различаются по типам: S_{R1} – материальные объекты (носители риска); S_{R2} – нематериальные объекты (носители риска).

Исходом каждой рискованной цепочки будет событие R с ущербом H_R , т.е. цена риска H_R . Ущерб H_R может быть выражен в стоимостном эквиваленте объекта или в виде материальных потерь (потери единиц боевой или специальной техники, потери прибыли). Таким образом, необходимо искать способы описания риска как случайного события, но в виде управляемого риска.

Определение риска следующее: риск – завершающее случайное, редкое (маловероятное) событие R в виде цепочки, состоящей из случайных элементарных событий. Цепочки находятся по методу комби-

наторики элементарных событий. Риск включает в себя свойства случайных событий и отражает некоторые дополнительные свойства, зависящие от природы изучаемого случайного события: имеется мера опасности, т.е. доступно измерение риска с мерой опасности $\mu_{R\Sigma}$; человеческий фактор выступает как элемент общей системной ошибки в цепочке событий; случайное событие типа риск несет ущерб или вред.

Неопределенность возможности проявления риска или возникновения опасности с учетом перечисленных свойств и редкости этого события трудно поддаются измерению. Поэтому, прежде всего, предлагается считать случайное событие $R = A_\xi$ измеримым в некотором смысле с мерой μ_R в пространстве исходов Ω_Σ , которое было введено выше.

Измеримость событий $R \sim A_\xi$ при этом понимается в следующем смысле:

- обеспечивается регистрация появления событий через индикаторные функции:

$$X_A = \{1 - \text{есть событие } A_\xi \in D, 0 - \text{нет события } A_\xi\}; \quad (1)$$

- существует некоторая неслучайная мера μ_R возможности возникновения риска R в виде события A_ξ , определенного через некоторую цепочку событий L_R . Понятие безопасности принимается по ИСО [7].

Способы количественного оценивания меры риска или меры опасности

Главным является отказ от вероятностных показателей и переход к коэффициентам риска K_R , к индикаторам риска I_R . При этом оказывается возможным использование аппарата логики нечетких мер и теории размытых множеств. Эта концепция вписывается в методологию формализованного анализа безопасности [3] и основана на количественном оценивании меры риска.

Главное свойство меры риска (без вероятностных показателей) – это аддитивность (от лат. *additivus* – прибавляемый) меры риска по событиям в цепочке L_R .

Для условий и ситуаций \sum_0 , определяющих цепочку, мера риска будет:

$$\mu_{R\Sigma} = \sum \cdot m_i \cdot (L_R). \quad (2)$$

В случае управляемых рисков [3] учитываются факторы, увеличи-

вающие опасность, и факторы воздействия на ситуацию по уменьшению опасности. Соответственно можно записать:

$$\mu_{R\Sigma} = \sum_1 \cdot mi_1 \cdot (L_R) - \sum_2 \cdot mi_2 \cdot (L_R) = \Delta R, \quad (3)$$

где mi_1 – риски опасности; mi_2 – шансы благоприятных результатов при воздействии на риск; ΔR – дефект риска [5].

Величина дефекта риска ΔR дает фактический обнаруживаемый предел опасности или риска опасности на транспорте. Если эта величина ΔR близка к границам допустимых значений ΔR^* , то риск считается большим. В этих случаях предполагается перейти к анализу структуры рассматриваемых процессов и попытаться уменьшить риск путем перехода к другим цепочкам (событиям) заранее, например, на этапе проведения технического обслуживания транспортных средств или подготовки задания на транспортные перевозки. Это теоретически означает воздействие на рисковую цепочку событий или управление рисками. Практически проводится коррекция работы в транспортной системе по критерию безопасности дорожного движения.

Схема расчетов и выбор коэффициентов риска (уровней). Предлагаемая схема вытекает из формулы аддитивности по (2) мер рисков по событиям вдоль цепи событий:

- выполняется экспертное оценивание (нечеткая логика – fuzzy logic) мер mi_1, mi_2 ;
- суммируются коэффициенты (баллы), вычисляется дефект риска ΔR ;
- проводится сравнение с нормой (ΔR и ΔR^*).

Управление рисками можно проводить по каждой транспортной операции, виду технического обслуживания или после накопления статистики на множестве операций.

Принятые в данной работе индикаторные меры риска типа меры 2-го рода μ_{R2} позволяют непосредственно измерить количественно опасность ситуации или транспортной системы при ее эксплуатации. Для этого теоретически не требуется знать значения вероятности рискового события. Практически это означает, что в тех случаях, когда вероятность риска неизвестна, недостоверна или не может быть вычислена на основе статистики или свойств системы, то мера риска будет объективно (и достоверно) обозначать измеряемую опасность.

I.J.McCarthy, U.S. Naval Research Laboratory, D. Schwartz, AT & T. Modeling Risk with the Flight Operations Risk Assessment System (FORAS). - Conference of ICAO in Rio-

de Janeiro- Brazil, Nov. 1999. – 235 p.

2.Шаша І.К., Власенко І.В. Управління й оцінка ризику працівників ОВС // Вісник Національного університету внутрішніх справ. Вип 18. – Харків, 2002. – С.264-268.

3.Кацман Ф.М. Формализованный анализ безопасности – приоритетное направление деятельности ИМО и МАКО. Доклад, 1998, Морской регистр РФ. – 157 с.

4.Куклев Е.А. Использование минимаксной концепции риска при оценке безопасности транспортных систем. – Проблемы транспорта, АТР. – СПб., 2001. С.57-62.

5.Хохлов Н.А. Управление рисками. – М.: ЮНИТИ, 1999. – 124 с.

6.Куклев Е.А. Прогнозирование появления авиационных происшествий на основе цепей случайных событий // Сб. докл. Международного симпозиума "МАКС-99". – М.: ЦАГИ, 1999. – 597 с.

7.Крылова Г.В. Основы стандартизации, сертификации, метрологии. – М.: ЮНИТИ, АУДИТ, 1998. – 338 с.

8.Володин В.В. Надежность в технике. Научно-технические, экономические и правовые аспекты надежности. – М.: Ин-т машиноведения им. А.А.Благонравова, МНТК "Надежность машин", 1993. – С.119-123.

Получено 13.05.2005

УДК 656.2 : 681.3

С.О.БАНТЮКОВА

Українська державна академія залізничного транспорту, м.Харків

ВИКОРИСТАННЯ ОСНОВНИХ ПРИНЦИПІВ ТЕОРІЇ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Розглядаються питання застосування основних принципів теорії безпеки транспортних систем для підвищення рівня організації праці, встановлення твердого контролю за транспортним процесом, створення системи безпеки руху, що передбачає оптимальний рівень ризику виникнення ситуацій, що погрожують життю людей і схоронності вантажів при одночасному забезпеченні експлуатаційної ефективності, прийнятних тимчасових і вартісних витрат на перевезення.

Незважаючи на досягнуті результати, проблема забезпечення безпеки руху на транспорті є актуальною. До того ж, вимоги до забезпечення безпеки перевезень неухильно зростають.

Стабільна робота транспорту стала сьогодні справою надзвичайної політичної та економічної важливості. Основними задачами транспорту є своєчасне, якісне і повне задоволення потреб народного господарства і населення країни в перевезеннях. Транспорт забезпечує реалізацію міжгалузевих і внутрішньогалузевих зв'язків у народному господарстві, сприяє ритмічній роботі і розвитку його галузей [1].

Для вирішення основних завдань підвищення якості роботи транспорту виняткову актуальність здобуває удосконалювання засобів забезпечення необхідного рівня безпеки руху, порушення яких приносить величезні економічні витрати. Відбуваються великі витрати та